

積雪寒冷地におけるRC床版の疲労耐久性について

北海道大学大学院 正会員 ○小野 貴之
 北海道大学大学院 フェロー 林川 俊郎
 土木研究所寒地土木研究所 正会員 三田村 浩
 大阪工業大学 フェロー 松井 繁之

1. はじめに

道路橋のRC床版の劣化要因は、大型車両の輪荷重の繰り返し作用による疲労劣化が主たる要因とされ、それに加え床版に生じたひびわれに雨水が浸入すると疲労耐久性が著しく損なわれるといわれている。特に北海道においては、積雪寒冷な気象条件から起因する「凍害」や凍結防止剤散布による「塩害」の材料劣化を受ける過酷な状況にあるといえ、寒冷地床版の劣化プロセスを踏まえた、損傷度と余寿命の関係を定量的に評価する必要がある。

そこで、本研究では道内の供用橋梁から積雪寒冷地特有の劣化作用を受けている床版を切り出し、輪荷重走行試験機による疲労試験を行い、寒冷地床版の疲労耐久性について検討した。

2. 実験概要

2.1 実験方法

輪荷重走行試験機は、最大300kNまでの任意の鉛直荷重を載荷して往復運動するもので、実橋RC床版の破壊形態である押し抜きせん断破壊を再現できるものである。

実験の走行荷重は図-1に示す国土交通省の輪荷重走行試験で用いられている階段状荷重漸増載荷プログラムを採用し、初期荷重は130kNとした。また供試体各辺の支持方式は、2辺単純支持(走行方向)と実橋床版の1方向性を考慮した相対2辺弾性支持(支間方向)としている。また床版たわみの経時変化を調べるため、一定の走行回数において、輪荷重による静的載荷および無載荷時のたわみを計測した。

2.2 実験試験体

試験体は、旭川市と網走市を結ぶ内陸部の主要幹線道路国道39号に架橋されている42年間供用した開断面箱桁橋から、試験体A、B、Cの3体を切り出した。(図-2)またこれと対比するため、試験体を再現した基準供試体を1体製作し、計4体で疲労試験を行った。床版を採取した橋梁は、凍害危険度の分布図¹⁾によると最も高い5にランクされる位置に架橋されている。

設計は昭和31年鋼道路橋設計示方書によるものであり、試験体の諸元を表-1に示す。床版上面は、広範囲にわたって凍害によるスケーリングが発生しており、切断面の上面かぶりコンクリートには層状の剥離箇所があり、最大で鉄筋位置が露出している箇所も確認した。床版下面のひび割れ幅は0.1mm程度であり、ひび割れから多数の遊離石灰が発生していた。

2.3 試験体の材料試験

実橋からのコア採取による材料試験の結果では、アルカリ骨材の反応は確認されなかった。中性化・塩分の浸透は確認されたが床版の耐久性低下につながるような影響は受けていなかった。このことから、凍害以外の環境劣化作用の影響は微少であり、床版の劣化は水による影響に積雪寒冷地特有の凍結融解作用が加速させたものであると推測した。

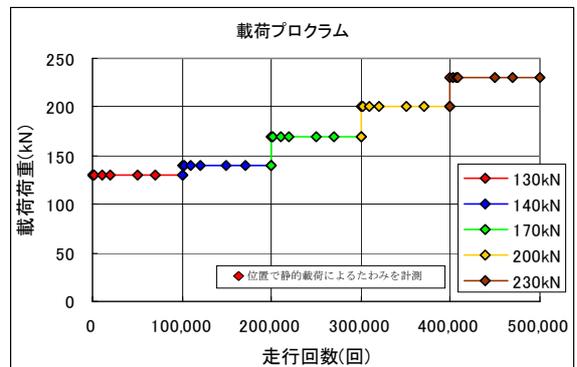


図-1 荷重載荷プログラム

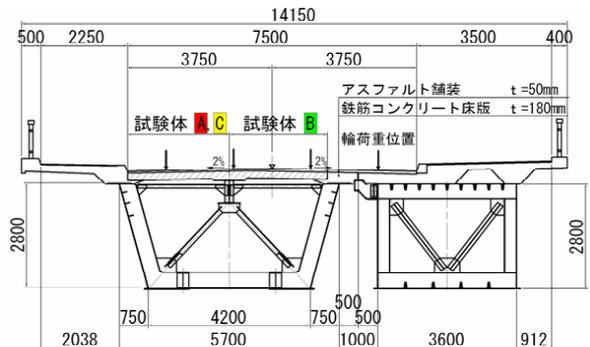


図-2 床版の切り出し位置

表-1 供試体諸元

試験体寸法 (cm)		230×300×18
鉄筋の材質		SR235
主鉄筋 (mm)	上側	φ 16@200
	下側	φ 16@100
配力筋 (mm)	上側	φ 13@200
	下側	φ 13@200

キーワード RC床版, 疲労耐久性, 輪荷重走行試験, 寿命

連絡先 〒060-0031 札幌市中央区北1条西1丁目4-1 大日本コンサルタント(株)札幌営業所 TEL011-271-5520

3. 実験結果

試験体 3 体および供試体 1 体の床版中央における破壊時のたわみは、総たわみで 5 mm~10 mm、残留たわみで 3 mm~5 mm であった。階段荷重載荷の破壊までの走行回数を 150kN の一定荷重に補正し、さらに輪荷重試験機の輪幅を自動車の設置幅に換算した破壊回数を表-2 に示す。積雪寒冷地の凍害作用を受けている床版の破壊回数は、疲労や環境劣化の影響を受けていない基準供試体の 167 倍~366 倍の速さで破壊した。

またほぼ同様な劣化状況であった試験体 A と B は、試験体 A が 2 倍程度早期に破壊した。これは試験体 B の切り出し位置が車両走行位置からやや外れているのに対し、試験体 A の方はちょうど車両が走行する位置であるため、輪荷重による疲労が床版内部に蓄積していたものと推測される。

4. 寒冷地床版の疲労耐久性

実橋試験体 3 体と基準供試体 1 体の 150kN 換算の破壊までの走行回数、載荷荷重 (P) と試験体のせん断耐力 (P_{sx}) の比を縦軸とした図-3 の S-N 図に示す。また過去に水の影響による疲労耐久性の低下を明確にするために実施した、水張り供試体とその基準供試体の結果も併せてプロットした。今回実施した基準供試体と水張り基準供試体とを結ぶラインが新設床版の S-N 曲線であり、ここまでの走行回数が疲労による床版の生涯寿命である。

さらに、架橋位置の大型車交通量 (平成 11 年度道路交通センサス) と軸重頻度分布の測定データ²⁾から、供用期間の輪荷重による疲労影響を 64 万回と推定した。軸重頻度分布は他路線のデータであるため、疲労影響はやや異なることが想定されるが、参考として供用期間の疲労影響の低下を S-N 曲線と平行にプロットした。

実橋試験体 3 体の破壊回数は、水の影響+供用期間の疲労影響ラインより大きく下回っており、その差が凍害による寿命低下と考えられる。水張り供試体とその基準供試体の破壊回数の関係は約 11 倍であり、積雪寒冷地の凍害の影響を受けた床版はそれよりさらに寿命が低下される結果となった。

実験後、実橋試験体を切断し床版の破壊状況を確認すると、凍害の影響を受けている床版の破壊形態も押し抜きせん断であった。また写真-1 のように床版上面から上側鉄筋までは完全に砂利化しており、この部分のコンクリートは、せん断抵抗が低下していたものと推測される。

5. まとめ

本研究のまとめを以下に示す。

- ・実橋から切り出した凍害の影響を受けている試験体は、疲労や環境劣化の影響を受けていない基準供試体の 167 倍~366 倍の速さで破壊した。
- ・凍害の影響を受けた床版は、水の影響のみによる寿命低下よりさらに寿命が低下する結果となった。
- ・積雪寒冷地床版の耐久性の低下は、床版上面の砂利化現象に伴う、せん断耐力の低下と推察できる。

参考文献

- 1) 長谷川寿夫ほか:「コンクリート構造物の耐久性シリーズ 凍害」技報堂出版, 1988.
- 2) 三田村浩, 安達優, 石川博之: 橋梁床版を用いた車両軸重測定と測定データから推定した床版の残存寿命, 寒地土木研究所月報 No637, pp2-16,2006.

表-2 破壊までの走行回数

試験体 NO	換算載荷荷重 (kN)	換算破壊回数
試験体 A	150	21 万回
試験体 B	150	46 万回
試験体 C	150	22 万回
基準供試体	150	7676 万回

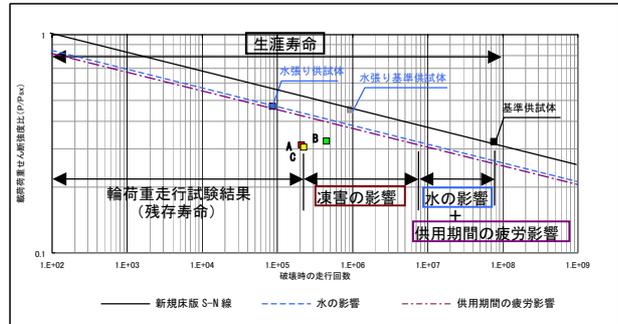


図-3 S-N 図



写真-1 砂利化した床版上面